

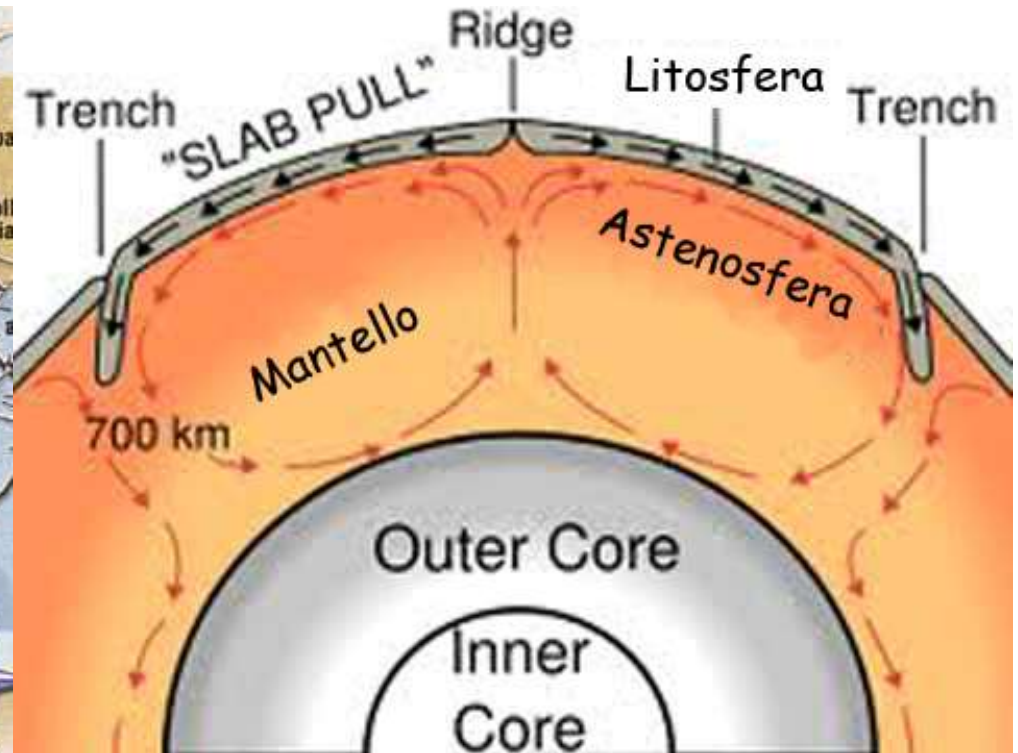
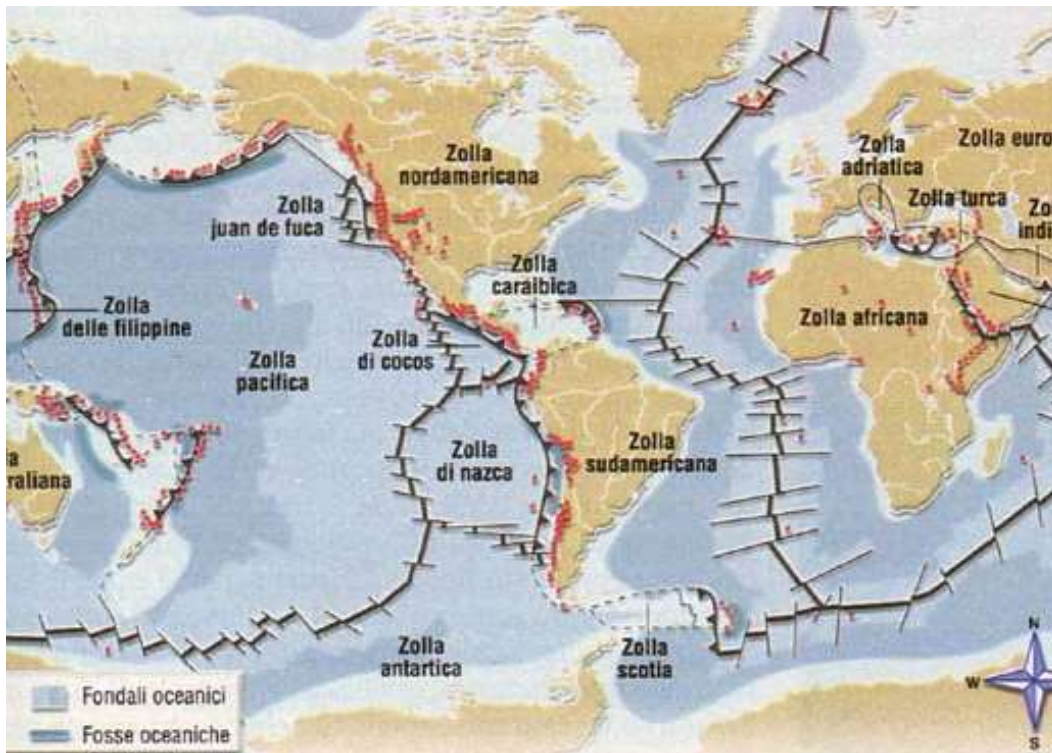
Corso di Laurea in Ingegneria Edile-Architettura

Progetto di costruzioni in zona sismica
A.A. 2023/2024

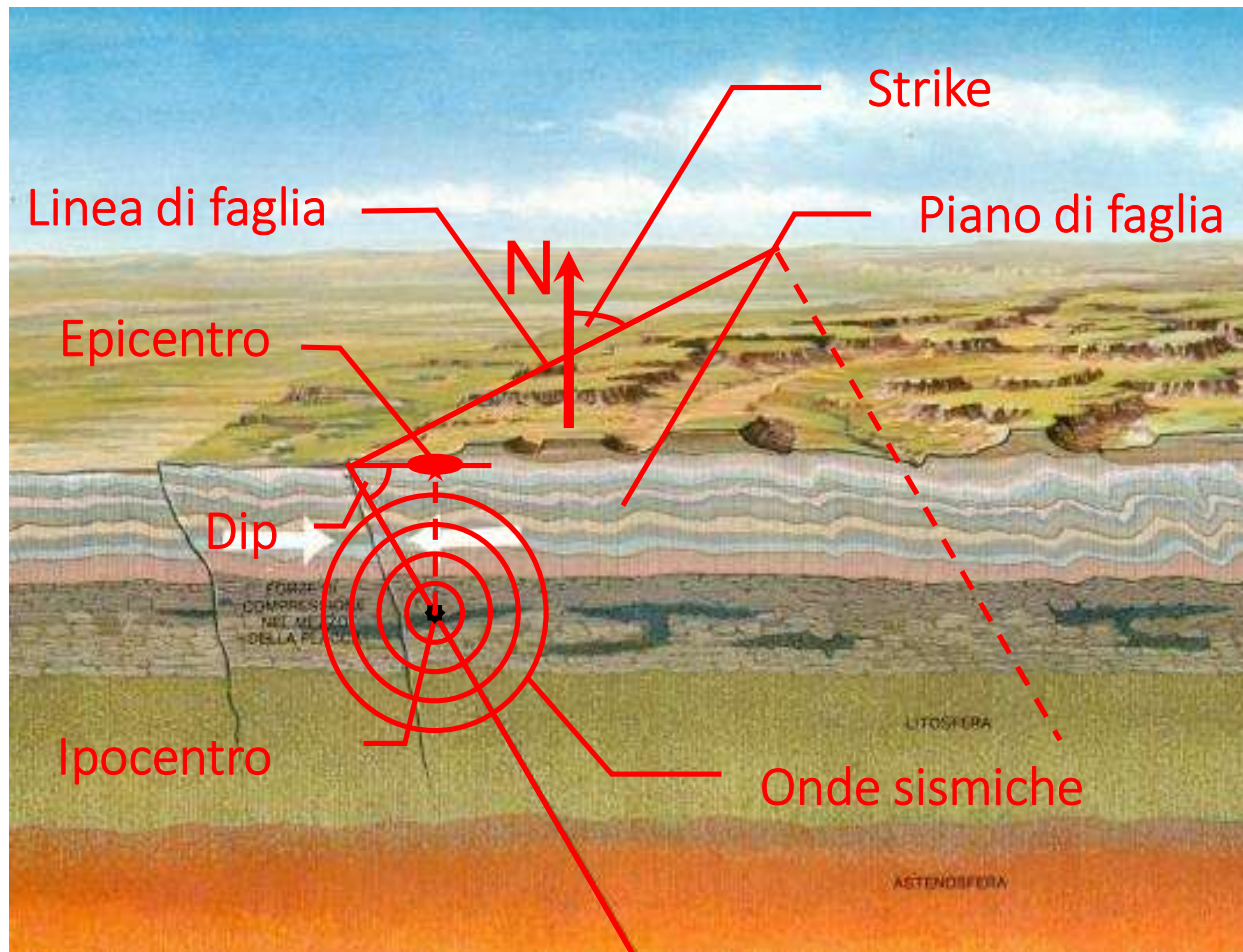
01 – I TERREMOTI

Edoardo M. Marino, Università degli Studi di Catania

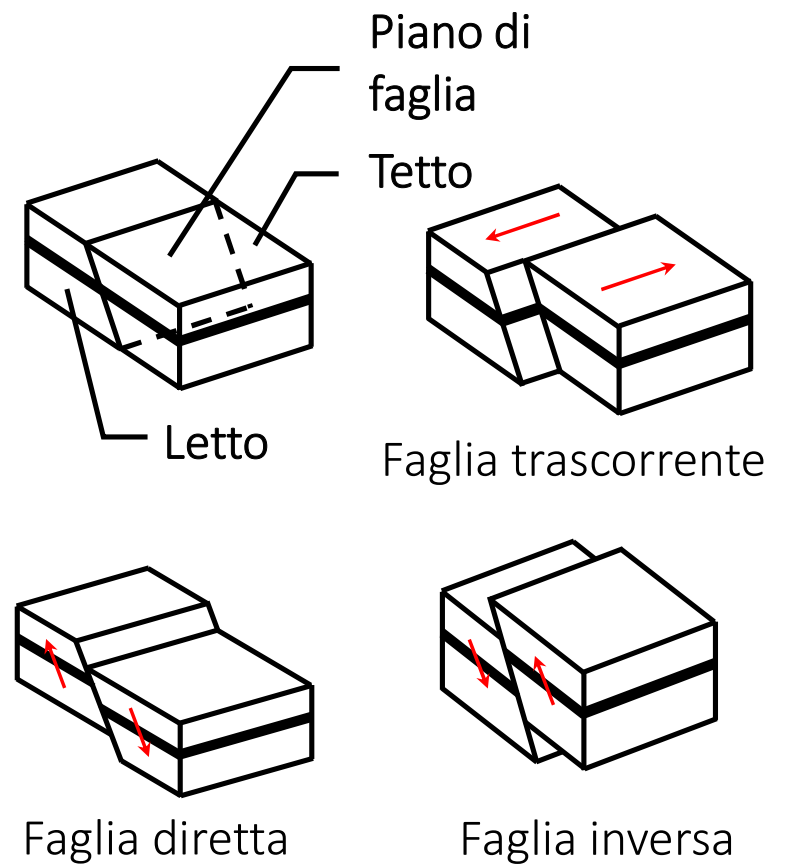
Moti convettivi nel mantello e movimento delle zolle



Le faglie



Tipi di faglia:



Origine dei terremoti

1



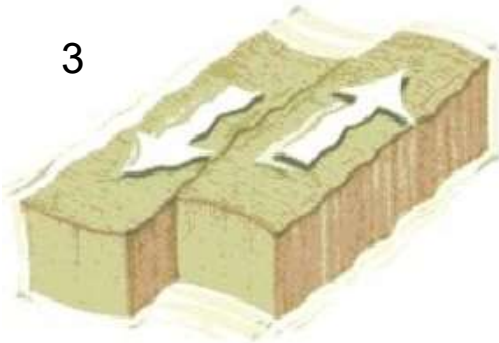
I blocchi di crosta sono a riposo

2



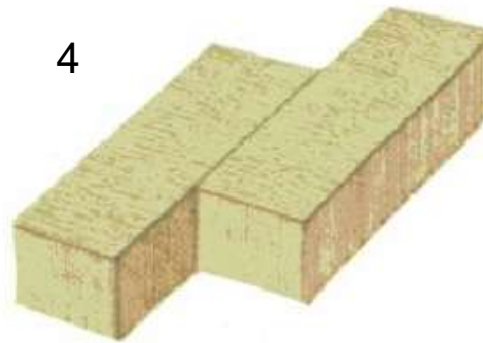
scorrimento impedito:
deformazione con
accumulo di energia

3



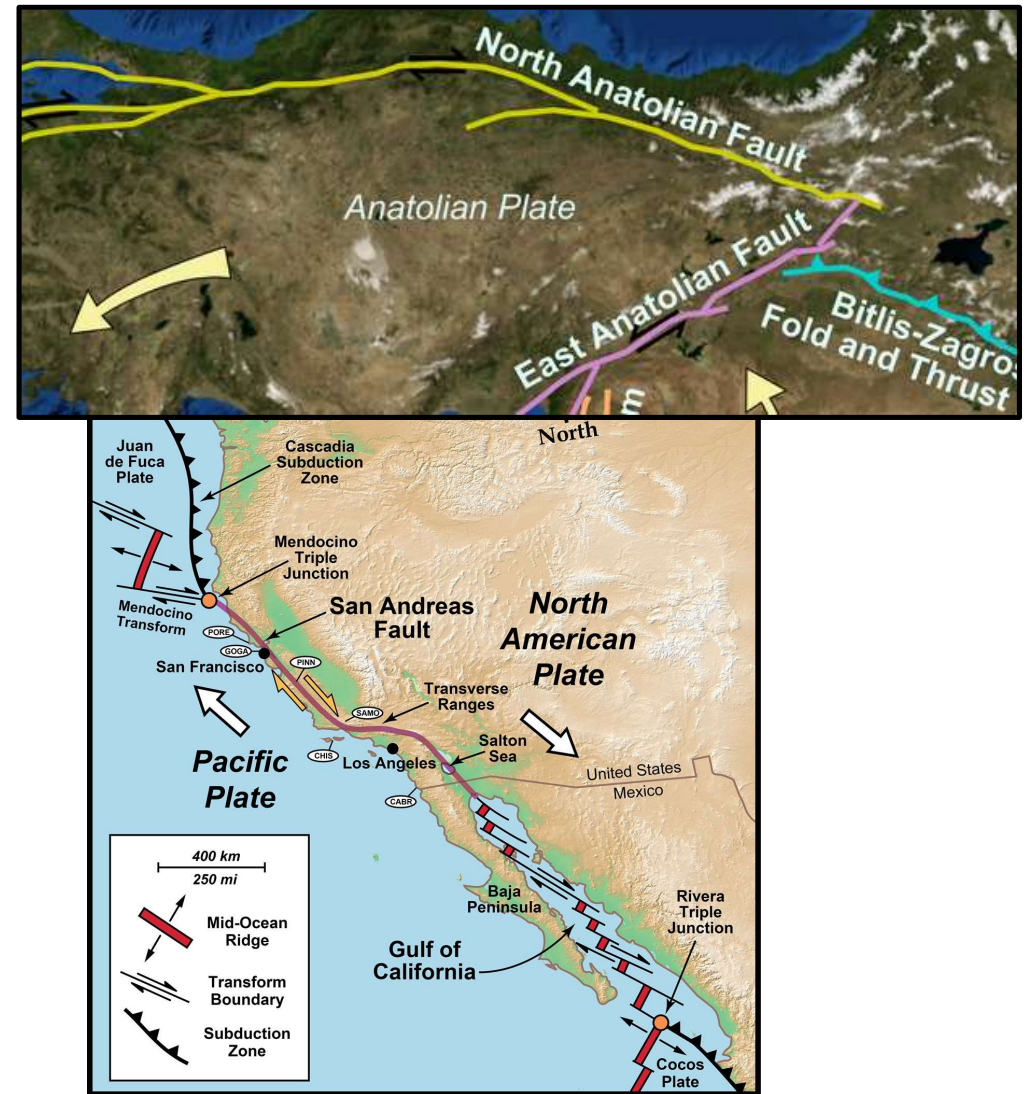
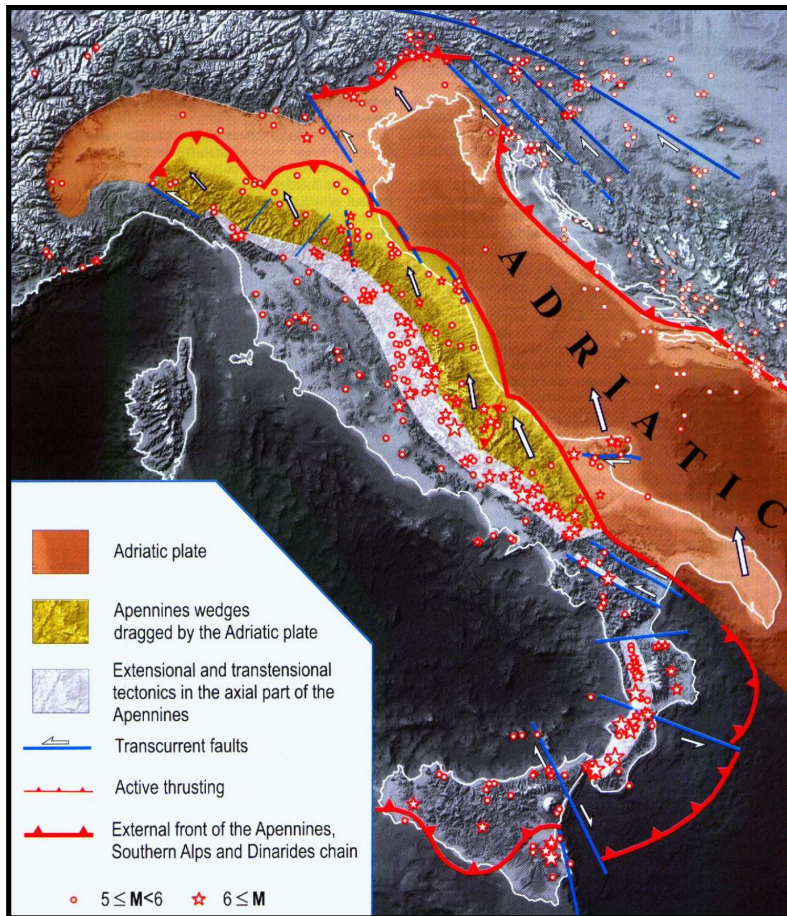
Rottura e rilascio
dell'energia

4



Nuovo equilibrio

Alcune faglie nel mondo



Le onde sismiche

L'energia liberata dal sisma si propaga in onde

Esistono più tipi di onda, che si propagano con differente velocità, su porzioni diverse del terreno e generando deformazioni diverse:

Onde di volume

Si hanno:

- Onde primarie (P)
onde longitudinali,
di compressione e dilatazione
sono le più veloci

$$v_p \cong 1.1 \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad \text{per roccia, } v_p \cong 5\div 6 \text{ km/h}$$

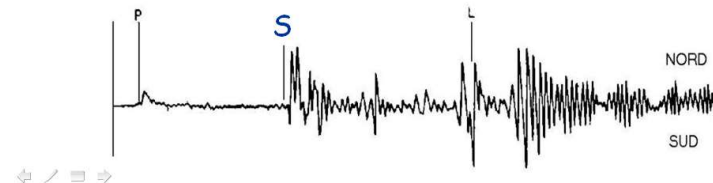
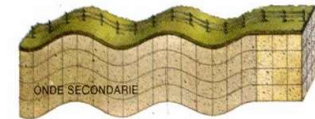


Onde di volume

Si hanno:

- Onde primarie (P)
- Onde secondarie (S)
onde trasversali, di taglio

$$v_s = \frac{v_p}{\sqrt{3}} \quad \text{non si propagano nei liquidi}$$



Le onde sismiche

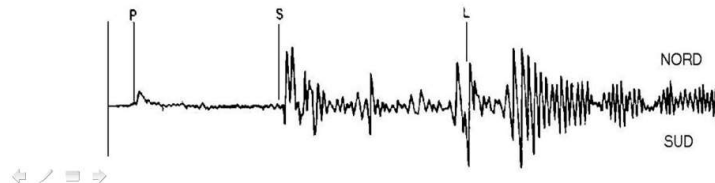
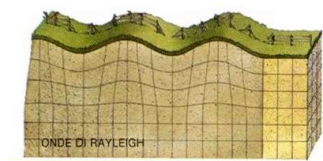
L'energia liberata dal sisma si propaga in onde

Esistono più tipi di onda, che si propagano con differente velocità, su porzioni diverse del terreno e generando deformazioni diverse:

Onde di superficie

Si hanno vari tipi, tra cui:

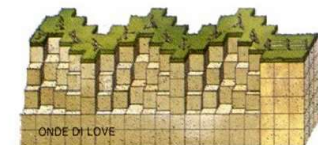
- Onde di Rayleigh (R) con moto secondo un'ellisse nel piano verticale



Onde di superficie

Si hanno vari tipi, tra cui:

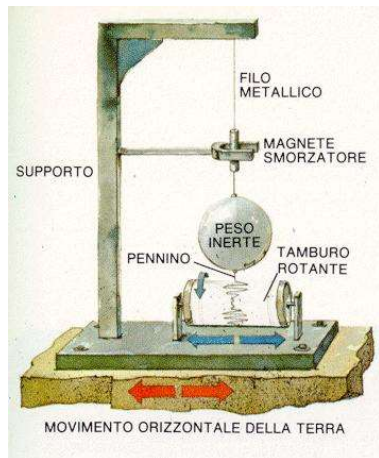
- Onde di Rayleigh (R) con moto secondo un'ellisse nel piano verticale
- Onde di Love (L) con moto tipo onde di taglio nel piano orizzontale



Registrazione di un evento sismico

Intensità sismica, scala Mercalli

Sismografo e sismogramma



- I Non percepito dalle persone.
 - II Percepito da persone in riposo, nei piani superiori delle case o in posizione favorevole
 - III Percepito nelle case. Oscillazione di oggetti appesi. Vibrazioni come al passaggio di autocarri leggeri. Stime della durata. Talora non riconosciuto come terremoto.
 - IV Oscillazione di oggetti appesi. Vibrazioni come al passaggio di autocarri pesanti, o scossa come di una pesante palla che colpisca le pareti. Oscillazione di automezzi fermi. Movimento di porte e finestre. Tintinnio di vetri. Vibrazione di vasellami. Nello stadio superiore del IV, scricchiolio di pareti e di strutture in legname.
 - V Risentito all'esterno; stima della direzione. Sveglia di persone dormienti. Movimento della superficie dei liquidi, versamento di taluni dai recipienti. Spostamento o rovesciamento di piccoli oggetti instabili. Oscillazione di porte che si aprono o si chiudono. Movimento di imposte e quadri. Arresto, messa in moto, cambiamento del passe di orologi a pendolo.
 - VI Sentito da tutti. Spavento e fuga all'esterno. Barcollare di persone in moto. Rottura di vetrine, piatti, vetrerie. Caduta dagli scaffali di ninnoli, libri ecc. e di quadri dalle pareti. Spostamento o rotazione di mobili. Screpolature di intonaci deboli e di murature tipo D(*). Suono di campanelli (di chiese, di scuole). Stormire di alberi e di cespugli.
 - VII Difficile stare in piedi. Risentito dai guidatori di automezzi. Tremolio di oggetti sospesi. Rottura di mobili. Danni alle murature tipo D(*), incluse fenditure. Rotture di cornicioni deboli situati sul colmo dei tetti. Caduta di intonaci, mattoni, pietre, tegole, cornicioni (anche di parapetti isolati e ornamenti architettonici). Qualche lesione a murature tipo C(*). Formazione di onde sugli specchi d'acqua; intorbidamento di acque. Piccoli smottamenti e scavarnamenti in depositi di sabbia e ghiaia. Forte suono di campane. Danni a canali d'irrigazione rivestiti.
 - VIII Risentito nella guida di automezzi. Danni a murature tipo C(*), crolli parziali. Alcuni danni a murature tipo B(*), non tipo A(*). Caduta di stucchi e di alcune pareti in muratura. Rotazione e caduta di camini, monumenti, torri, serbatoi elevati. Costruzioni con strutture in legname smosse dalle fondazioni se non imbullonate; pannelli delle pareti lanciati fuori. Rottura di palizzate deteriorate. Rottura di rami di alberi. Variazioni di portata o temperatura di sorgenti e pozzi. Crepacci nel terreno e sui pendii ripidi.
 - IX Panico generale. Distruzione di murature tipo D(*), gravi danni a murature tipo C(*) talvolta con crollo completo; seri danni a murature tipo B(*) (danni generali alle fondazioni). Gravi danni ai serbatoi. Rottura di tubazioni sotterranee. Rilevanti crepacci nel terreno. Nelle aree alluvionali espulsione di sabbie e fango, formazione di crateri di sabbia.
 - X Distruzione di gran parte delle murature e delle strutture in legname, con le loro fondazioni. Distruzione di alcune robuste strutture in legname e di ponti. Gravi danni a dighe, briglie, argini. Grandi frane. Disalveamento delle acque di canali, fiumi, laghi ecc. Traslazione orizzontale di sabbie e argille sulle spiagge e su regioni piane. Rotaie debolmente deviate.
 - XI Rotaie fortemente deviate. Tubazioni sotterranee completamente fuori servizio.
 - XII Distruzione pressoché totale. Spostamento di grandi masse rocciose. Linee di riferimento deformate. Oggetti lanciati in aria.
- (*) A = Buon manufatto, legato insieme con ferri, calcestruzzo ecc., progettato per resistere a forze laterali.
 B = Buon manufatto con malta; rinforzato, ma non destinato in particolare a resistere a forze laterali.
 C = Manufatto ordinarlo con malta, senza tiranti agli angoli né rinforzi.
 D = Materiali deboli, come mattoni cotti al sole; malte povere; manufatto di bassa qualità, debole orizzontalmente.

Registrazione di un evento sismico

Oggi si usa l'accelerometro e si fa riferimento all'accelerogramma, che descrive l'accelerazione in funzione del tempo

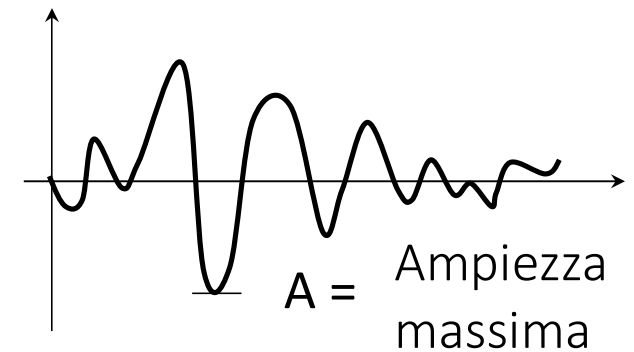
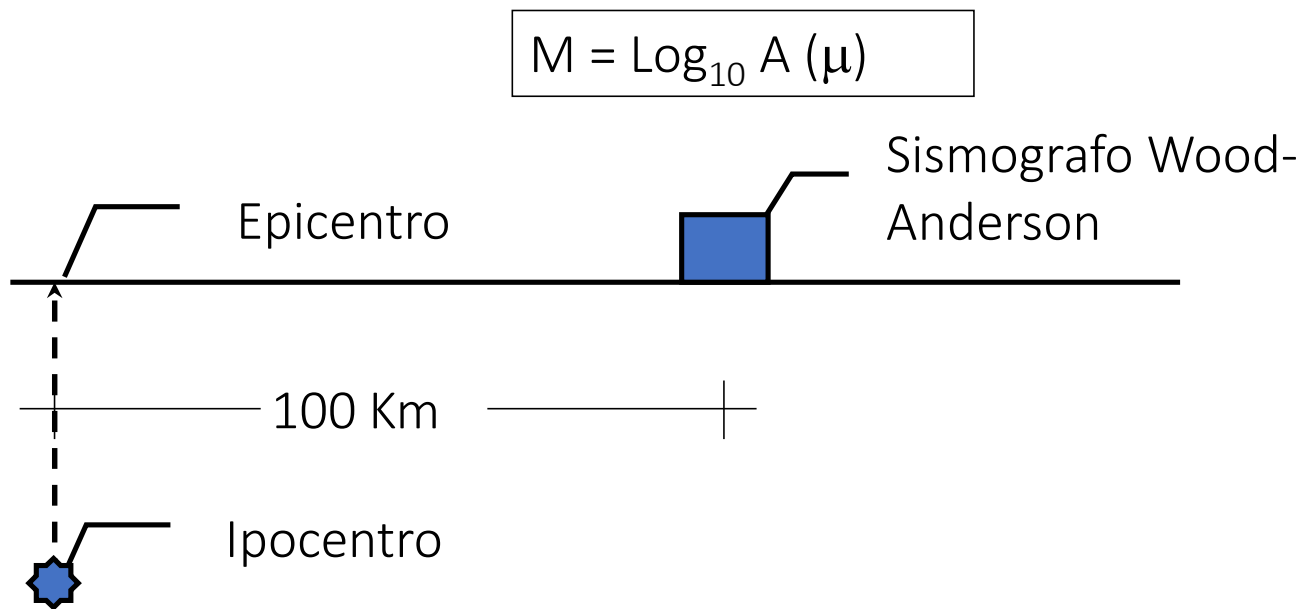


Primo parametro di interesse: accelerazione massima

Ma sono importanti anche: durata, contenuto energetico

Magnitudo (Richter, 1935)

È il logaritmo in base 10 dell'oscillazione (in micron) misurata da un sismografo Wood-Anderson posto a 100 Km dall'epicentro.



Magnitudo e capacità distruttiva del terremoto

È il logaritmo in base 10 dell'oscillazione (in micron) misurata da un sismografo Wood-Anderson posto a 100 Km dall'epicentro.

- M = 9 Massimo valore di magnitudo mai registrato
- M = -2 Minimo valore di magnitudo possibile da registrare
- M = 5 Valore minimo che può produrre danni sensibili alle strutture

Un incremento di M di un'unità corrisponde ad un incremento delle oscillazioni di 10 volte.

Magnitudo e capacità distruttiva del terremoto

È il logaritmo in base 10 dell'oscillazione (in micron) misurata da un sismografo Wood-Anderson posto a 100 Km dall'epicentro.

- M = 9 Massimo valore di magnitudo mai registrato
- M = -2 Minimo valore di magnitudo possibile da registrare
- M = 5 Valore minimo che può produrre danni sensibili alle strutture

Magnitudo di alcuni terremoti:

- M = 5.6 Sicilia orientale, 1990 (terremoto di Santa Lucia)
- M = 6.0 L'Aquila, 2009
- M = 6.0 Amatrice, 2016
- M = 7.8 Turchia, 2023
- M = 7.1 Messina, 1908

Magnitudo e capacità distruttiva del terremoto

È il logaritmo in base 10 dell'oscillazione (in micron) misurata da un sismografo Wood-Anderson posto a 100 Km dall'epicentro.

- M = 9 Massimo valore di magnitudo mai registrato
- M = -2 Minimo valore di magnitudo possibile da registrare
- M = 5 Valore minimo che può produrre danni sensibili alle strutture

La magnitudo è legata all'energia rilasciata da un sisma:

$$\log E = 4.4 + 1.5 M \quad (E \text{ in joule})$$

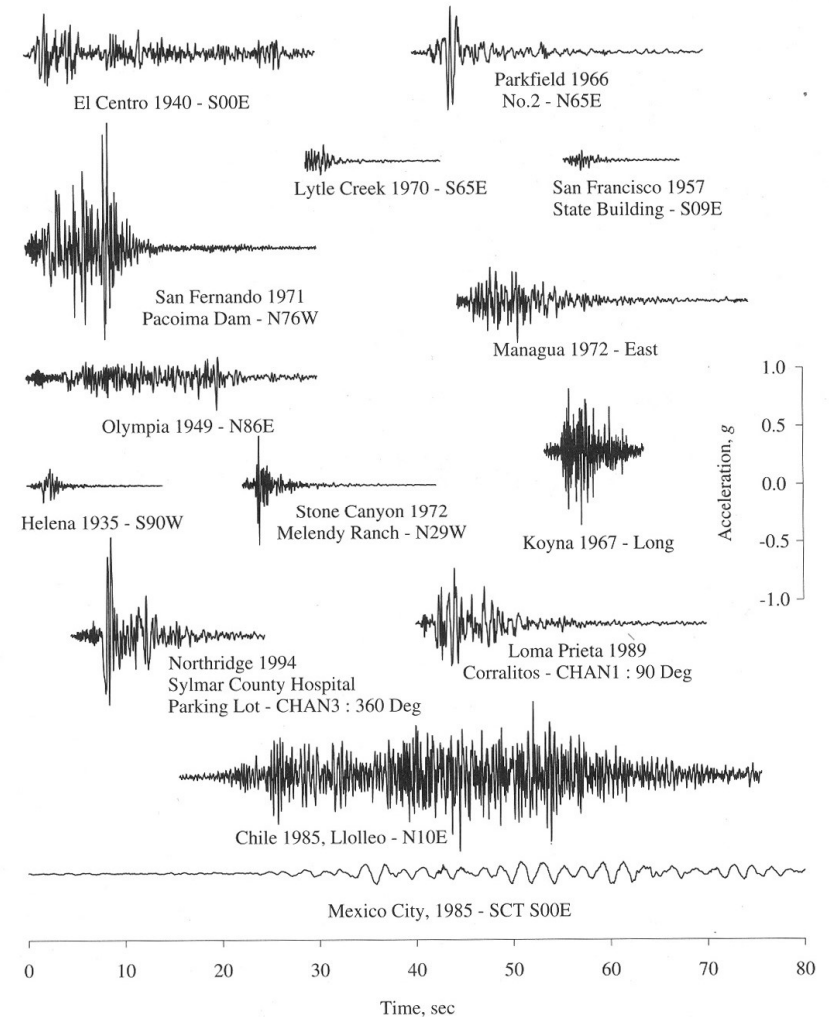
Dove trovare gli accelerogrammi

Sono disponibili vari database:

- European Strong Motion Database (ESD)
<http://esm.mi.ingv.it/>
http://www.isesd.hi.is/ESD_Local/frameset.htm
- Italian Accelerometric Archive (ITACA)
<http://itaca.mi.ingv.it/>

Si veda anche:

- Selected Input Motions for Displacement-Based Assessment and Design (SIMBAD)
http://wpage.unina.it/iuniervo/SIMBAD_Database_Polimi.pdf



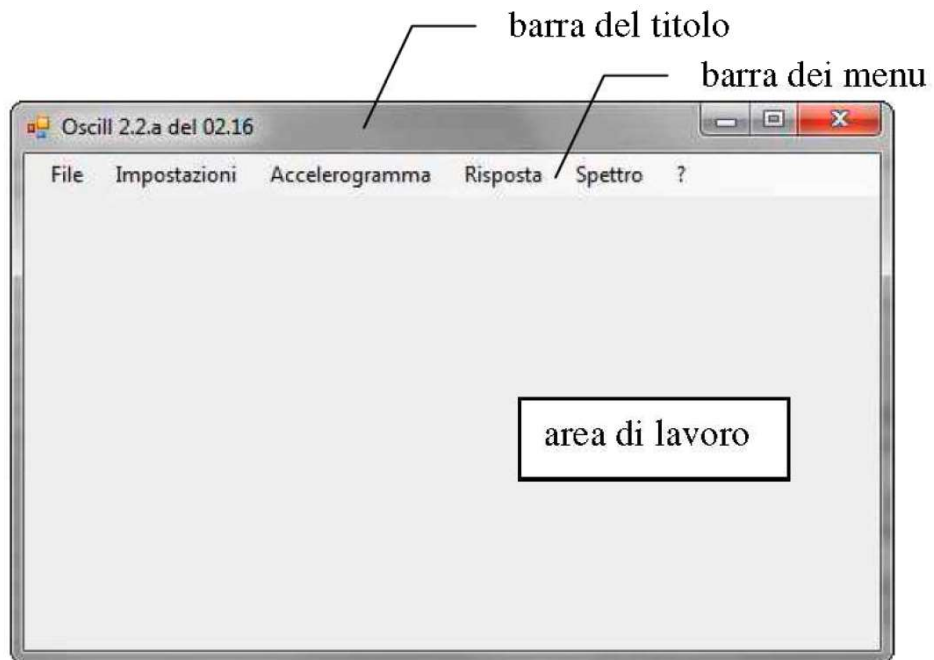
Visualizzare e usare gli accelerogrammi

Il programma Oscill

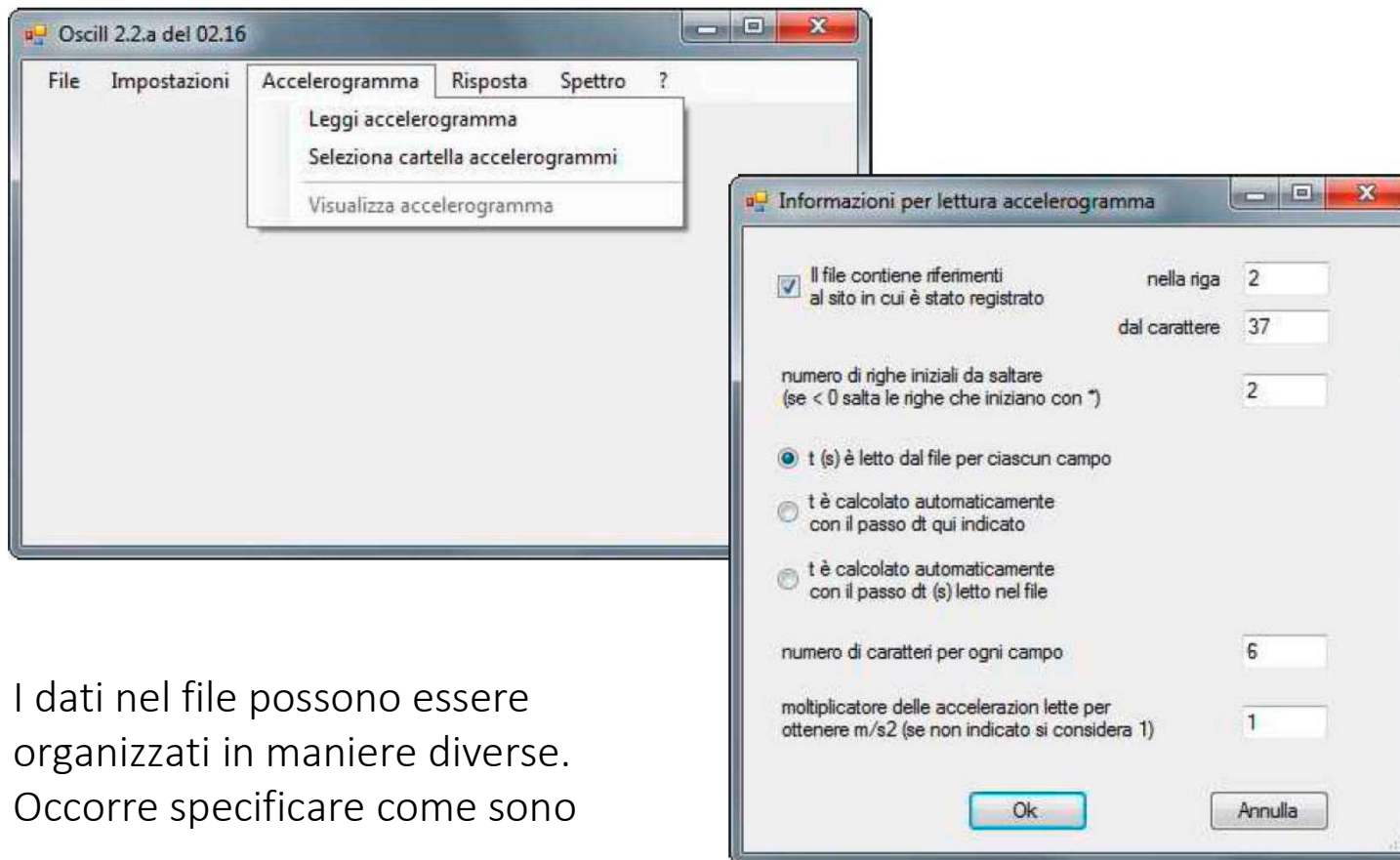
Il file Oscill_22a.zip può essere scaricato dal sito www.agheresi.it, pagina Software

- Unzippare il file
- Dalla cartella Installazione di Oscill mandare in esecuzione il file Setup
- Consultare la documentazione di Oscill (in particolare il file **Oscill 22a**)
- Possono essere utilizzati come esempio gli accelerogrammi contenuti nelle cartelle:
 - 5 accelerogrammi
 - accelerogrammi1
 - accelerogrammi2

Il programma Oscill

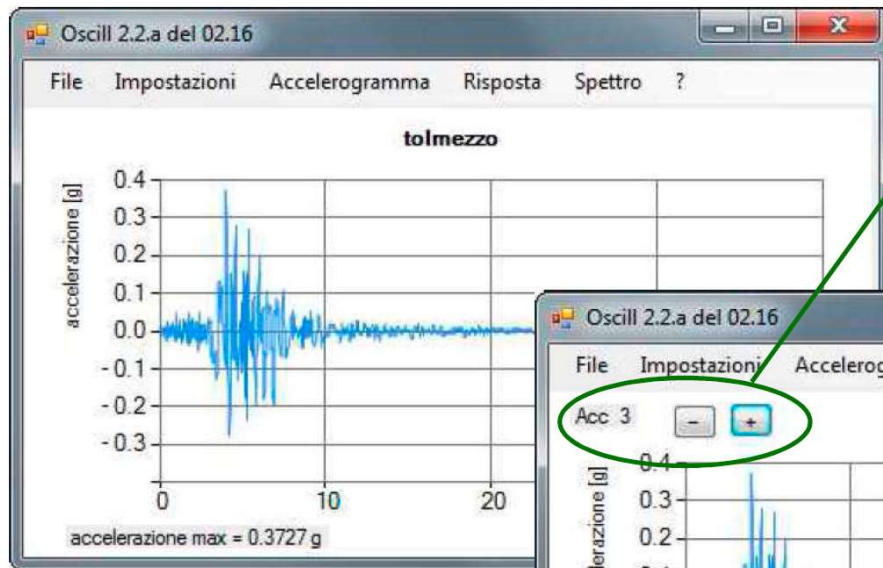


Il programma Oscill



I dati nel file possono essere organizzati in maniere diverse. Occorre specificare come sono

Il programma Oscill



Se si è selezionata una cartella, si possono scorrere tutti gli accelerogrammi

